УДК 591.21

О ПЛАСТИЧНОСТИ АРТЕРИАЛЬНОГО РУСЛА СЕРДЦА И ЛЕГКИХ СОБАК В УСЛОВИЯХ НАРУШЕННОГО КРОВООБРАЩЕНИЯ

Е. П. Мельман, Ю. А. Максимук, М. Г. Шевчук

(Ивано-Франковский медицинский институт)

В разработке проблемы морфо-функциональной адаптации организма к условиям нарушенной функции важное место занимает изучение закономерностей структурных компенсаторных преобразований сосудистого русла сердца и легких и функциональной его адаптации к нарушенному кровообращению в них.

Коллатеральному кровообращению сердца уделяли большое внимание преимущественно хирурги, пытавшиеся различными путями добиться его надежной реваскуляризации (Beck, Tichi, 1935; O'Shaughnessy, 1937; Кириллов, 1953; Петровский, 1959 и др.). Перевязка венечных артерий предпринималась главным образом для создания модели инфаркта миокарда (Виноградов, 1955; Кульчицкий, 1962), а перевязка легочной артерии или ее ветвей — в основном для выяснения влияния данного вмешательства на туберкулезный процесс в легких (Богуш, 1954; Шалаев, 1954 и др.), течение гнойных заболеваний, развитие различных новообразований (Углов, 1954) или с целью остановки легочных кровотечений (Колесов, 1960).

До сих пор остаются малоизученными структурные преобразования многочисленных ветвлений основных артерий сердца и легких в условиях направленного выключения их на различных уровнях и в различных сочетаниях. Поскольку любое хирургическое вмешательство на сердце и легких сопряжено с сосудисто-нервной травмой и нарушением установившихся сосудисто-нервных отношений, то изучение закономерностей восстановления кровообращения в них в условиях экспериментальной ишемии представляет не только общебиологический, но и определенный клинический интерес.

Методика

Экспериментальные исследования по перевязке венечных и легочных артерий или отдельных их ветвей выполнены на 87 собаках под внутривенным тиопентал-натриевым обезболиванием. Автоматическое искусственное дыхание осуществляли при помощи аппарата типа ДП-I. Торакотомию производили в четвертом-пятом межреберных промежутках. После отсасывания из плевральной полости воздуха рану послойно герметически ушивали. Шести животным для контроля была сделана соответствующая торакотомия без перевязки венечных и легочных артерий.

В различные сроки (от нескольких часов до 410 дней) животных забивали. Систему венечных и легочных артерий инъецировали суспензией свинцового сурика, парижской сини и изучали методами ангио- и стереорентгенографии, макро-микроскопии и просветления на целых препаратах или их срезах с последующим патогистологическим исследованием.

Результаты исследования

Сердце собаки в нормальных условиях обильно васкуляризуется. Между ветвями обеих коронарных артерий имеется хорошо развитая сеть поверхностных и глубоких анастомозов. Чтобы создать условия для развития окольного кровообращения в мышцу сердца, перевязывали на различных уровнях переднюю межжелудочковую артерию или отдельные ее вторичные ветви.

Наши эксперименты показали, что выключение передней межжелудочковой артерии в нижней и даже средней трети переносится животными сравнительно легко. Перевязка же этой артерии в верхней трети вызывает большую смертность (7 из 10 собак) как в ранние, так и в отдаленные сроки после операции.

При изучении инъецированной артериальной системы сердца этих животных установлена зависимость структурных изменений соответствующих ветвей венечных сосудов от срока перевязки (рис. 1). Так, спустя 12—14 час. после перевязки передней межжелудочковой артерии на различных уровнях контрастная масса заполняет небольшое количество сосудистых стволиков, часто анастомозирующих между собой. В основной же ствол ниже наложенной лигатуры эта масса проникает в незначительном количестве, особенно после выключения данной артерии в верхней трети. Подобные данные получены Б. В. Огневым (1946), М. Э. Комахидзе и Н. А. Джавахишвили (1958).

В более поздние сроки наблюдений, например через 8—15 дней, дистальный отрезок перевязанного сосуда уже хорошо заполняется той же массой благодаря дальнейшему развитию и увеличению в диаметре (до 0,4—0,6 *мм*) артериальных анастомозов между ветвями правой венечной и огибающей артерий, идущих к боковой и задней поверхности левого желудочка, и верхушечной или диагональной ветвью. Особенно важное значение приобретают дуговидные окольные связи между соседними артериальными разветвлениями, принадлежащие ветвям третьего-четвертого порядка, которые значительно увеличиваются в диаметре. Усиленно развивается также сосудистая сеть в области наложенной лигатуры.

Со временем происходит дальнейшая глубокая перестройка кровеносной системы сердца. Постепенно формируются крупные, отдаленные от места наложения лигатуры анастомотические дуги, соединяющие дистальные разветвления соседних венечных ветвей. Однако, несмотря на эту компенсаторную реакцию сосудов в области бывшего инфаркта миокарда, на большинстве препаратов наблюдаются выраженные дегенеративно-некротические изменения, приводящие к истончению стенки желудочка примерно в два-три раза по сравнению с нормой.

В результате анализа артериограмм установлено, что в ранние сроки после выключения боковых ветвей передней межжелудочковой артерии происходят подобные, но слабее выраженные изменения. В более отдаленные сроки после операции дистальные отрезки этих ветвей хорошо заполняются контрастной массой по увеличенным в диаметре анастомозам (до 0,35—0,8 *мм*) между выше и ниже лежащими ветвями этой же артерии. Значительно расширяются анастомозы между задними и боковыми ветвями огибающей артерии и особенно ветвью тупого края левого желудочка.

Как и в системе венечных артерий, в первые дни (7—14-й) после выключения вторичных (второй дорсальной, промежуточной и каудальной сегментарных артерий) ветвей легочной артерии, основные

артериальные стволы и их ветвления, расположенные дистальнее наложенной лигатуры, обычно еще слабо заполнялись контрастной массой. Это свидетельствует об анатомической недостаточности имеющихся немногочисленных мелких анастомозов между ветвями легочной

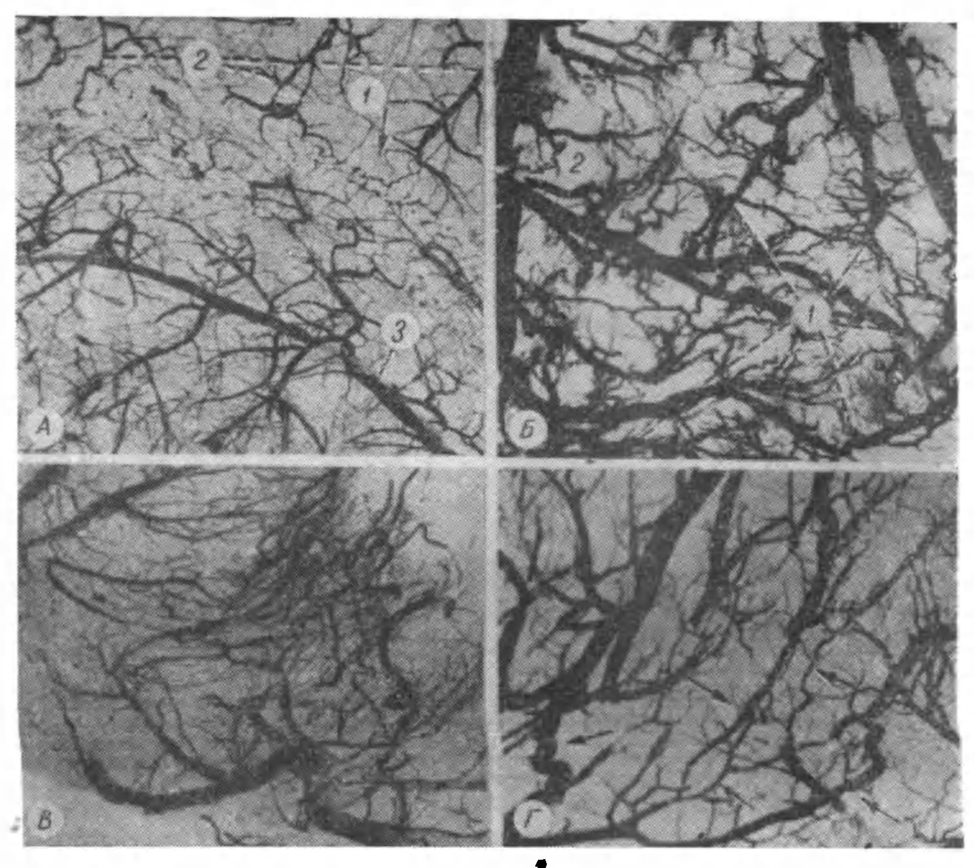


Рис. 1. Структурные изменения венечных артерий после экспериментального нарушения кровоснабжения сердца (инъекция взвесью свинцового сурика; ангиорентгенограммы): *А* — штопорообразные извитые анастомотические стволики в передней стенке правого желудочка (*1*) между периферическими ветвями правой (*2*) и левой (*3*) венечных артерий. Сердце собаки № 39 через 28 час. после перевязки передней межжелудочной артерии. ×1,6; *Б* — крупные межартериальные анастомозы (*1*) в передней стенке левого желудочка через 22 дня после перевязки (*2*) передней межжелудочковой артерии. Препарат № 16. ×1,4; *В* — густая артериальная сеть в инфарцированном участке спустя 50 дней после перевязки передней межжелудочковой артерии. Сагиттальный срез сердца толщиной 0,6 *см*. ×4; *Г* — сильно расширенные и извитые межартериальные анастомозы указаны стрелками в области тупого края левого желудочка через 410 дней после перевязки передней межжелудочковой артерии. Препарат № 37. ×2.

артерии. Постепенно эти анастомозы раскрываются и увеличиваются в диаметре, но даже на 52—69-й день после вмешательства выключенные сосуды недостаточно заполняются контрастной массой. Крупные, расположенные вдали от места наложения лигатуры, анастомотические дуги, которые в основном компенсируют нарушенный кровоток (рис. 2, *А, Б*), начинают формироваться на 144—169-й день после вмешательства.

Более значительные преобразования после нарушения кровотока в легочной артерии наблюдались со стороны бронхиальных артерий. Возможно, именно поэтому в ранние послеоперационные сроки кол-

латеральное кровообращение в системе ветвей легочной артерии развивалось относительно инертно. Уже в первые три—семь дней рисунок бронхиальных артерий в выключенном участке становится более интенсивным. При односторонней наливке бронхиальных артерий контрастная масса по анастомозам заполняет множество периферических

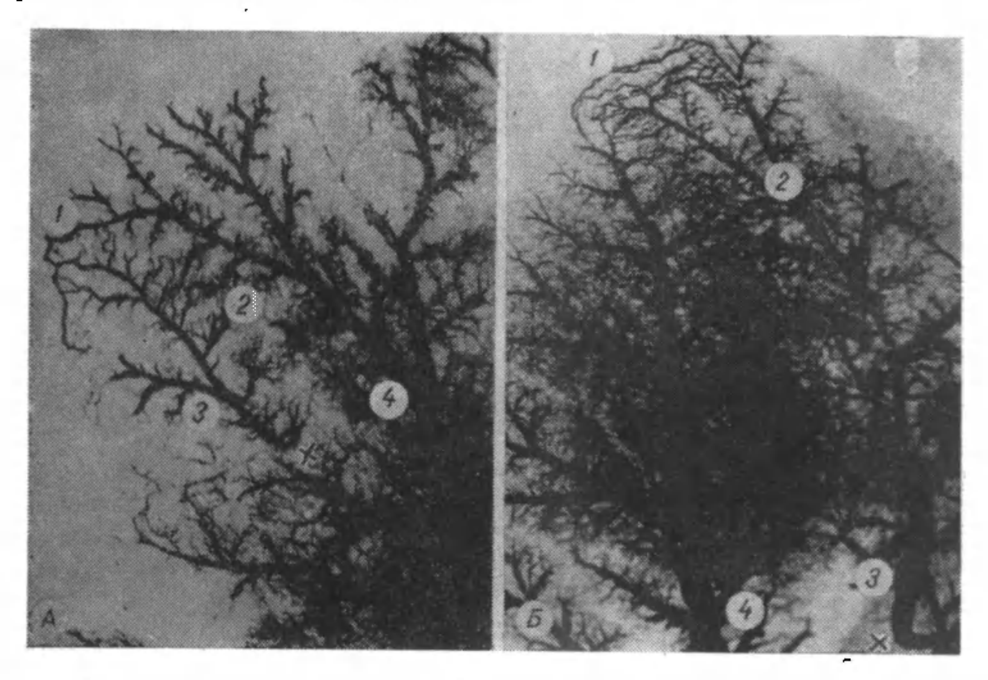


Рис. 2. Структурные изменения легочной артерии при выключении вторичных ее ветвей: *А* — левая сердечная доля. Препарат № 59. 144 дня после операции; *Б* — правая верхушечная доля. Препарат № 64. 169 дней после операции. ×1,5. Поверхностные (*1*) и глубокие (*2*) коллатеральные пути, возникшие между выключенными (*3*) и интактными (*4*) сегментарными ветвями легочной артерии; × — место перевязки.

ветвей легочной артерии. В дальнейшем ветви бронхиальных артерий в этих участках начинают все больше компенсаторно расширяться. Спустя 30—60 дней увеличивается и резко извивается даже основной ствол бронхиальной артерии (рис. 3, *А*). На 90—120-й день при инъекции бронхиальных артерий по анастомозам наполнялась вся система легочной артерии выключенных и даже, частично, интактных сегментов.

Анализ артериограмм показал, что после перевязки не сегментарных, а долевых ветвей легочной артерии или ее основного ствола наблюдаются подобные, но происходящие в масштабе целой доли сосудистые изменения. Так, через 30 дней после перевязки диафрагмальной долевой ветви правой легочной артерии почти в три раза увеличились ветвления долевой ветви и даже основного ствола правой бронхиальной артерии. К этому времени по анастомозам между обеими артериальными системами легких ретроградным путем инъецировалась вся интраорганная система легочной артерии оперированной доли (рис. 3, *Б*), в т. ч. сегментарные ветви и даже долевой ствол вплоть до места его перевязки. Помимо коротких окольных путей, соединяющих легочные сосуды с сосудами пищевода и легочной связки, к этому времени мощного развития достигают длинные коллатеральные пути, связывающие трахейные, пищеводные и щитовидные ветви арте-

рий плече-головного ствола, с одной стороны, и ветвями левой желудочной артерии — с другой. Среди них особенно выделяются ветви правой бронхиальной артерии, питающие и сопровождающие соответствующий блуждающий нерв в краниальном и каудальном направлениях, которые проходят вдоль всего грудного отдела пищевода.

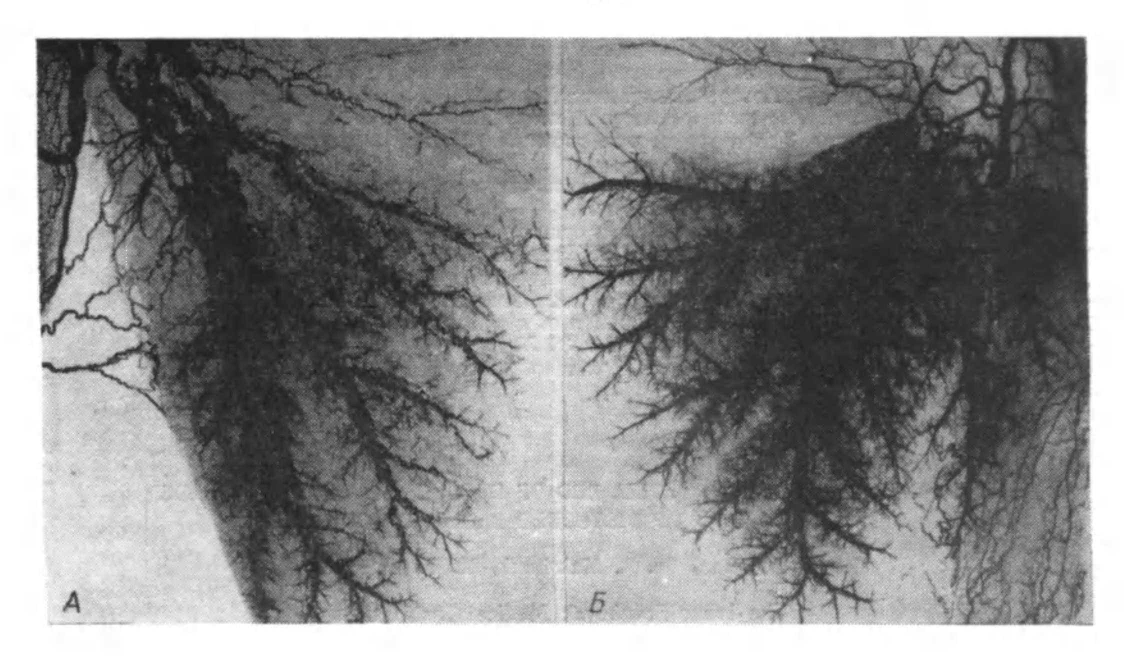


Рис. 3. Перестройка бронхиальных артерий диафрагмальных долей после выключения ветвей легочной артерии:
А — препарат № 71; *Б* — препарат № 73. Срок опытов 60 дней. Натуральная величина.

Приведенные нами комплексные исследования по изучению динамики структурных преобразований артериальной системы сердца и легких после экспериментального нарушения кровоснабжения в них позволили более полно оценить компенсаторные возможности артериальной системы этих органов и определить характер развивающихся путей окольного кровотока. Полученные данные расширяют существующие представления о последовательном и фазовом развертывании некоторых компенсаторных реакций организма в ответ на острое нарушение циркуляции крови в сердце и легких.

Дальнейшие исследования закономерностей восстановления кровообращения в этих жизненно важных органах, которые все чаще становятся объектом хирургического вмешательства, неизменно сопряженного с сосудистой травмой, позволят осуществить мероприятия, направленные на быстрейшее уравновешивание возникающих при этом функциональных сдвигов и стимуляцию раскрытия коллатеральных систем до устойчивой компенсации возникающей циркуляторной гипоксии.

ЛИТЕРАТУРА

Богуш Л. К. 1954. Перевязка легочных артерий при лечении больных туберкулезом легких. В кн.: «Хирургические методы лечения при туберкулезе». М.

Виноградов С. А. 1955. К методике и сравнительной оценке различных экспериментальных моделей инфаркта миокарда у животных. Арх. патологии, № 1.

Кириллов Б. П. 1953. Проблема создания искусственного окольного кровообращения. Хирургия, № 2.
Колесов В. И. 1960. Показания и результаты хирургического лечения легочных кровотечений. В кн.: «Вопросы хирургии сердца, легких и органов брюшной полости». Л.
Комахидзе М. Э., Джавахишвили Н. А. 1958. Микроваскуляризация сердца и ее изменения после перевязки ветвей венечных артерий. Тр. ин-та эксперим. морфол., т. 7. Тбилиси.
Кульчицкий К. И. 1962. Кровеносные сосуды и нервные аппараты сердца в условиях экспериментальной патологии (инфаркт миокарда, коартация аорты, стеноз легочного ствола). Автореф. докт. дисс. Х.
Огнев Б. В. 1946. Изменение сердечной мышцы и развитие коллатералей после перевязки сосудов 3-го круга кровообращения. Сб. научн. работ леч.-сан. управления Кремля, т. 25.
Петровский Б. В. 1959. Двусторонняя лигатура aa. mammarie interne при грудной жабе (метод Фиески). Хирургия, № 10.
Углов Ф. Г. 1954. Непосредственные и отдаленные результаты оперативного лечения рака легкого. Вестн. хирург. им. И. И. Грекова, т. 74, № 3.
Шалаев М. И. 1954. О влиянии операции перевязки легочной артерии на течение экспериментального туберкулеза у собак. Автореф. канд. дисс. Пермь.
Beck C. S., Tichi V. L. 1935. Production of a collateral circulation to the heart. Prov. of the Soc. for Exper. Biol. and Med., v. 32, № 5.
O'Shaughnessy L. 1937. Surgical treatment of cardiac ischemia. The Lanset, v. I.

Поступила 31.VIII 1967 г.

ON PLASTICITY OF THE ARTERIAL BED OF DOG HEART AND LUNGS UNDER THE CONDITIONS OF DISTURBED BLOOD CIRCULATION

E. P. Melman, Yu. A. Maksimuk, M. G. Shevchuk

(The Ivano-Frankovsk Medical Institute)

Summary

In experimental myocardial infarction, induced in dogs by elimination of the branches of the left coronary artery, in the early experiments the anatomic insufficiency of intercoronal anastomoses and collaterals is observed, owing to which they did not ensure the fast restoration of blood circulation in heart in previous volume. In course of time the reactive reconstruction of intracoronary anastomoses takes place, providing more and more blood influx to the ischemized area of myocardium.

After elimination of the branches of pulmonary artery the anatomic insufficiency of interarterial anastomoses appears also in the lungs. It is more pronounced in comparison with the heart.